

CARACTERISATIONS AGRO-CLIMATIQUES ET ESTIMATION DES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION

REF. : 4701474

Dans le cadre de l'

Étude des modalités d'alimentation en eau brute du Cirque de Salazie



LE MEZO LIONEL

UR «SYSTEMES DE CULTURE ANNUELS»

CIRAD-PERSYST

CIRAD,

7 CHEMIN DE L'IRAT

LIGNE PARADIS

97410 SAINT PIERRE

JANVIER 2013



Sommaire

1	Objectifs.....	3
2	Méthodologie et hypothèses de travail	3
2.1	Données utilisées.....	3
2.1.1	Données climatiques	3
2.1.2	Données pédologiques	5
2.1.3	Données culturales	5
2.2	Modèle de simulation du bilan hydrique	6
2.3	Simulation.....	6
3	Résultats	8
3.1	Caractérisation agro-climatique	8
3.1.1	Evapotranspiration potentielle (ETP)	8
3.1.2	Précipitations.....	10
3.2	Estimation des besoins en eau d'irrigation	11
4	Analyse et limites.....	13
Annexes		14
Annexe 1 : cumul décadaire de l'ETP en mm/ décade pour différentes fréquences		14
Annexe 2 : Cumul pluviométrique décadaire en mm/ décade par zone climatique par fréquence		15
Annexe 3 : Consommation en eau d'irrigation en m ³ /ha/mois pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 22.5 mm		16
Annexe 4 : Consommation en eau d'irrigation en m ³ /ha/mois pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 45 mm.		17
Annexe 5 : Consommation en eau d'irrigation en m ³ /ha/jour pour une culture sous serre (Mare à Vieille Place) pour chaque mois.		18
Annexe 6 : Consommation en eau d'irrigation en m ³ /ha/décade pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 22.5 mm		19
Annexe 7 : Consommation en eau d'irrigation en m ³ /ha/décade pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 45 mm		20
Annexe 8 : Consommation décadaire en eau d'irrigation (exprimée en m ³ /ha/jour) pour une culture sous serre (Mare à Vieille Place).....		21

Liste des figures

<i>Figure 1: Disponibilité des données climatiques par type et par station.....</i>	<i>3</i>
<i>Figure 2: Postes météorologiques sur la commune de Salazie.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 3: Organigramme fonctionnel de calcul des besoins en eau d'irrigation de Five-CoRe.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 4 : Unités de sol et valeurs de RU</i>	<i>8</i>
<i>Figure 5 : Évolutions annuelles de l'ETP, du rayonnement global et de la température moyenne de l'air pour les trois stations complètes de la zone</i>	<i>10</i>
<i>Figure 6: Cumul décadaire de l'ETP en mm/ décade pour différentes fréquences.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 7: Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/mois pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 22.5 mm</i>	<i>11</i>
<i>Figure 8: Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/mois pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 45 mm.</i>	<i>12</i>
<i>Figure 9: Consommations mensuelles en eau d'irrigation (exprimées en m³/ha/j) pour une culture sous serre (Mare à Vieille Place).....</i>	<i>12</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1: Caractéristiques des stations météorologiques utilisées dans le cirque de Salazie.....</i>	<i>3</i>
<i>Tableau 2: Caractéristiques des stations de référence ETP</i>	<i>4</i>
<i>Tableau 3: Année représentative par poste météorologique et par fréquence</i>	<i>5</i>
<i>Tableau 4: Paramètres de configuration des quatre zones climatiques</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 5: Cumul annuel et mensuel de l'ETP pour différentes fréquences.....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 6: Pluviométries annuelles par zone climatique par fréquence.....</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 7: Pluviométries mensuelles par zone climatique par fréquence</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 8: correspondance des unités agro-physionomiques et des zones climatiques.....</i>	<i>13</i>

1 Objectifs

- Caractérisation agro-climatique des secteurs concernés (typologie des sols, réserve utile, profondeur, précipitations, évapotranspiration).
- Estimation des besoins en eau d'irrigation à fréquence mensuelle (voire décadaire) en année moyenne, quinquennale sèche et décennale sèche

2 Méthodologie et hypothèses de travail

2.1 Données utilisées

2.1.1 Données climatiques

Le CIRAD gère un réseau de stations météorologiques automatiques réparties sur l'ensemble de l'île, interconnecté avec le réseau de Météo-France.

Ce réseau est constitué de stations dites "complètes", équipées pour mesurer les variables climatiques nécessaires au calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) : température, rayonnement global, humidité relative et vent, et de stations plus simples telles que des pluviomètres.

Nous avons divisé la zone d'étude en 4 secteurs géographiques afin de tenir compte du gradient altitudinal. Chaque secteur géographique est caractérisé par un poste météorologique représentatif de sa zone. Sur le cirque de Salazie, nous avons retenu 4 des 5 stations présentes (tableau 1 et figures 1 et 2).

- station climatique complète : Mare à Vieille Place
- stations pluviométriques : Salazie village, Hell-Bourg et Grand Ilet.

La Station d'Ilet à Vidot n'a pas été retenue en raison de sa proximité géographique avec celle d'Hell-Bourg et du peu d'années d'enregistrement disponibles (7 années).

Tableau 1: Caractéristiques des stations météorologiques utilisées dans le cirque de Salazie

Nom poste	Altitude (mètre)	Origine	Type	Première date	Dernière date	Nb d'années
Salazie village	476	BRGM	pluviomètre	01/02/1996	31/12/2012	17
Mare à vieille place	880	MF	complet	01/08/1989	Pluie : 31/12/2012 ETP : 30/04/2010	24
Hell-Bourg	980	MF	pluviomètre	01/08/1989	31/12/2012	24
Grand Ilet	1185	BRGM	pluviomètre	01/03/1974 01/03/2004	31/08/1984 31/12/2012	17

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières ; MF : Météo-France

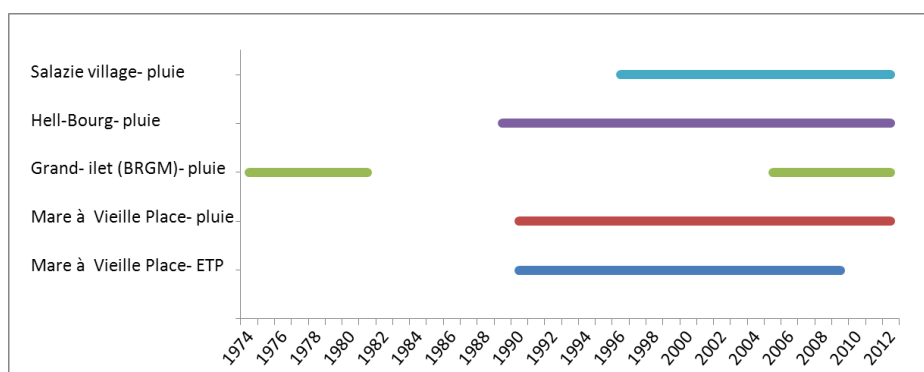


Figure 1: Disponibilité des données climatiques par type et par station

Seule la station de Mare à vieille place dispose de l'enregistrement des données permettant le calcul de l'ETP. Cette donnée agro-climatique est ensuite extrapolée aux différents secteurs géographiques par application d'un gradient altitudinal, en fonction de plusieurs paramètres (ETP du jour du poste de référence, altitudes du poste de référence et du secteur concerné, décades de l'année).¹

Sur la station de Mare à vieille place, les mesures de l'ETP sont disponibles du 01/08/1989 au 30/04/2012. Depuis cette date, le rayonnement global n'étant plus enregistré, ce sont les valeurs d'ETP médianes par décade qui ont été utilisées pour permettre le calcul des bilans hydriques jusqu'au 31/12/2012.

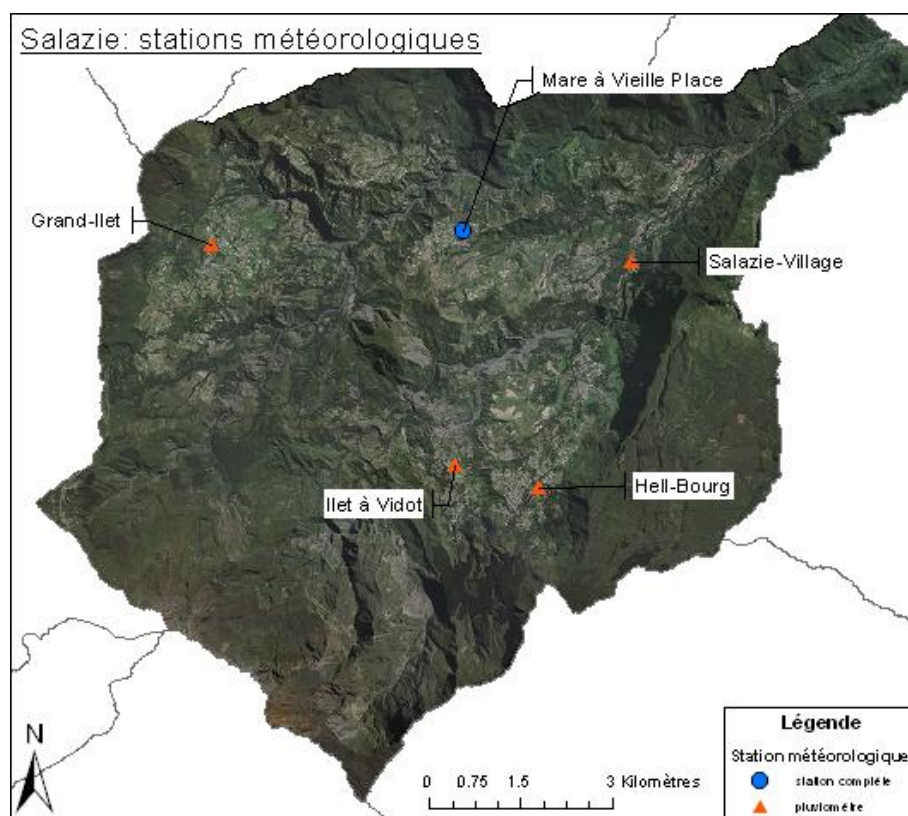
De même, pour valoriser les relevés pluviométriques de la station de Grand-Ilet (1974 à 1984), les valeurs statistiques médianes décadaires d'ETP ont été affectées aux décades respectives. Ce choix a été fait pour réaliser le calcul des bilans hydriques sur les 9 années pluviométriques continues sur cette station.

En dehors du cirque de Salazie, les deux stations complètes les plus proches de l'entrée du cirque ont été consultées pour valider l'ETP de la zone d'étude.

Tableau 2: Caractéristiques des stations de référence ETP

Nom poste	Altitude (mètre)	Origine	Type	Première date	Dernière date	Nb d'années
Bellevue	510	MF	Complet	20/10/1990	31/12/2012	23
Bras-Panon	555	MF	Complet	1/12/2002	31/12/2012	10

Les postes climatiques de la zone d'étude sont présentés sur la Figure 2 .



¹ Chopart JL, 2003 ; *Fluctuation saisonnière de l'Evapotranspiration (ETO Penman-Monteith) dans le Nord, l'Est et le Sud-est de l'île de la Réunion*. CIRAD.

Figure 2: Postes météorologiques sur la commune de Salazie

Choix de l'année médiane, quinquennale sèche et décennale sèche par poste pour la réalisation du calcul des bilans hydriques.

L'estimation des besoins en eau d'irrigation doit être calculée sur l'année réelle la plus représentative de chaque poste en fonction de la statistique souhaitée. Pour identifier ces années, les cumuls pluviométriques annuels, mensuels et décennaux ont été réalisés puis analysés par pas de temps et par fréquence.

Ensuite, par poste, chaque année est classée selon 3 critères :

- Le cumul pluviométrique annuel de l'année en cours est le plus proche de la statistique de référence,
- La somme annuelle des écarts mensuels est la plus faible,
- La somme annuelle des écarts décennaux est la plus faible.

Les écarts, mensuels et décennaux, sont calculés de la façon suivante :

$$\text{écart} = \frac{\text{cumul par période de l'année en cours} - \text{cumul pour la même période de l'année de référence}}{\text{cumul pour la même période de l'année de référence}}^2$$

Ainsi, l'année répondant le mieux aux trois critères est retenue comme représentative du poste pour la fréquence souhaitée.

Le tableau suivant synthétise les années représentatives par poste et par fréquence.

Tableau 3: Année représentative par poste météorologique et par fréquence

	Année médiane	Quinquennale sèche	Décennale sèche
Salazie village	2010	2000	1999
Mare à V.P.	1996	2001	1990
Hell-Bourg	1996	1999	2001
Grand-ilet	2005	1981	1978

2.1.2 Données pédologiques

La consommation en eau de la culture dépend de la capacité du sol à stocker l'eau (de pluie et d'irrigation). Cette capacité est représentée par la réserve utile du sol (RU), exprimée en hauteur d'eau (mm) que le sol peut retenir le long du profil racinaire. Ce paramètre dépend de la nature du sol (texture, composition minéralogique) et de sa profondeur.

Sur la zone d'étude, différentes unités de sols sont définies d'après les travaux de M. Raunet². Cette source d'informations a été utilisée pour caractériser la réserve utile des sols du Cirque de Salazie.

2.1.3 Données culturales

Pour le calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures, trois types de culture ont été simulés :

- une succession de quatre cultures de maraîchage de 90 jours,
- une culture pérenne (type verger)
- une culture sous serre (type tomate) présente en continue sur l'année.

² Raunet M., 1991. *Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion – Conséquences pour la mise en valeur agricole*. CD-Rom, Région Réunion, CIRAD.

En maraîchage, l'enchaînement intensif des cycles culturaux, la présence en continue des cultures maraîchères sur l'année et la rapidité de mise en place du couvert végétal sont intégrés par la mise en place du coefficient cultural. Par cycle de 90 jours, celui-ci évolue par palier de 30 jours avec les valeurs suivantes : 0.5 ; 0.7 et 0.9.

Pour les cultures pérennes et la culture sous serre, un coefficient cultural uniforme sur l'ensemble de l'année a été utilisé. Il est de 0.7 pour les cultures pérennes et de 0.85 pour la culture sous serre.

2.2 Modèle de simulation du bilan hydrique

FIVE-CoRe est un logiciel d'estimation des besoins théoriques en eau d'irrigation à l'échelle d'une exploitation ou d'un ensemble de parcelles. L'organigramme fonctionnel est présenté dans la Figure 3. Le jour où l'irrigation est possible, la dose est calculée par des algorithmes faisant appel à différents paramètres : bilan hydrique du jour estimé par le modèle PROBE (Chopart et Siband, 1988), ou stock initial, pluies, besoins en eau de la culture, débit disponible, périodicité des apports d'eau, niveaux haut et bas de remplissage du réservoir en eau du sol. Le bilan hydrique est réalisé chaque jour sur l'ensemble de la période de simulation. Les COI (Consommation Optimale en eau d'Irrigation) sont calculés par fraction de parcelle et synthétisés en fonction de la demande.

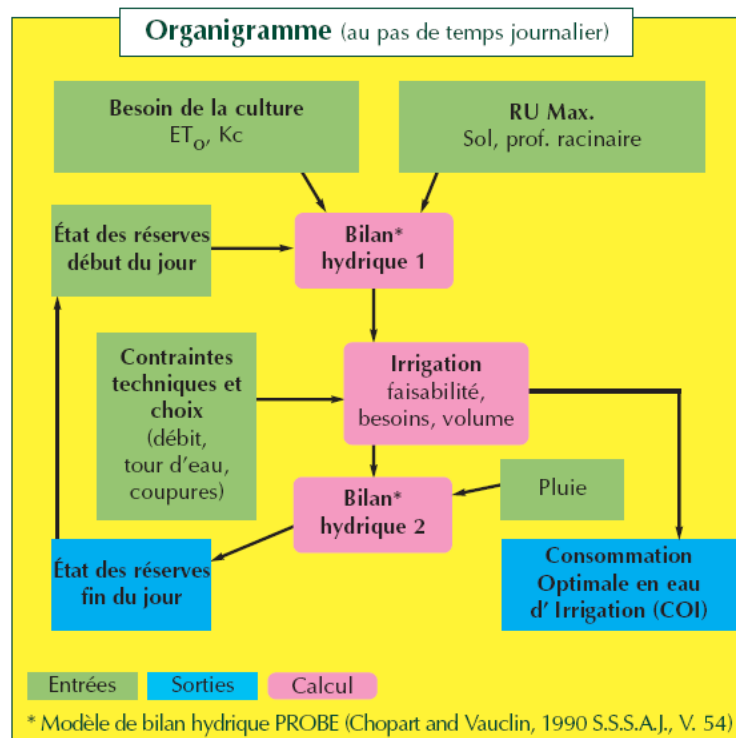


Figure 3: Organigramme fonctionnel de calcul des besoins en eau d'irrigation de Five-CoRe

2.3 Simulation

Les besoins en eau d'irrigation ont été calculés pour chaque zone climatique en fonction des paramètres du Tableau 4. Les simulations ont été réalisées par année représentative (du 1er janvier au 31 Décembre) par zone. Les résultats quotidiens du bilan hydrique ont ensuite été synthétisés en fonction des fréquences demandées (mensuelle et décadaire) pour chaque type d'année (médiane, quinquennale sèche et décennale sèche).

Les besoins sont calculés pour une unité de surface (1ha) ; les volumes obtenus intègrent l'efficacité de l'irrigation dans la parcelle.

Les paramètres utilisés pour la réalisation des simulations dans Five-CoRe sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4: Paramètres de configuration des quatre zones climatiques

nom du traitement	Salazie-village	Mare à V.P.	Hell_Bourg	Gd-ilet
Surface (ha)	1	1	1	1
Début de simulation	01/02/1996	01/08/1989	01/01/1989	01/01/1974
Fin de simulation	31/12/2012	31/12/2012	31/12/2012	31/12/2012
Système d'Irrigation	Aspersion	Aspersion	Aspersion	Aspersion
Fréquence (jour)	2	2	2	2
Efficience de l'irrigation (%)	80	80	80	80
Taux remplissage (%)	80	80	80	80
Seuil déclenchement (%)	70	70	70	70
Kc	0.7	0.7	0.7	0.7
RU (mm/cm)	1	1	1	1
Cote de drainage (cm)	25	50	25	50
Etat réserve (mm)	10	10	10	10
Front racinaire (cm)	5	5	5	5
Croissance racinaire (cm/j)	1	1	1	1
Coupure	non	non	non	non
Débit à la borne	non limité	non limité	non limité	non limité

En fonction des cultures retenues, 2 profondeurs d'enracinement peuvent être retenues :

- pour les cultures maraîchères ou horticoles à cycle court : 25 cm de profondeur ;
- pour les cultures pérennes : 50 cm de sol exploité par les racines.

Les besoins en eau d'irrigation pour la culture sous serre ne sont pas simulés par la méthode du bilan hydrique. Ils sont obtenus en calculant l'ETP serre combinée au coefficient cultural.

L'ETP serre est obtenue à partir du rayonnement global³ selon la formule suivante :

$$ETP_{serre} = R_g * ((0.67 * K_p) / L) \text{ où}$$

- ETP serre : évapotranspiration sous abris en mm
- R_G rayonnement global en joules/cm²
- K_p : coefficient de transmission de la paroi (plastique simple : 70%)
- L : chaleur latente de vaporisation de l'eau ; constante= 251 joules/cm²

L'analyse fréquentielle du rayonnement global a été réalisée pour les trois fréquences demandées sur la seule station météorologique équipée d'un pyranomètre (Mare à Vieille Place).

Pour obtenir les volumes d'eau d'irrigation à apporter en culture sous serre, il est nécessaire d'augmenter les besoins en eau de la plante de la valeur du drainage ; une valeur de 30% est utilisée pour le drainage quotidien.

³ Pilotage de l'irrigation par la méthode du rayonnement global ; Bellouch et al. (ORMVA/SM), Maroc ; 2003.

3 Résultats

3.1 Caractérisation agro-climatique

Sur le cirque de Salazie, les andosols désaturés perhydratés ou non concernent la presque totalité du cirque. Des sols peu épais blocailleux complètent la panoplie des types de sols agricoles. Cf. Figure 4 : Unités de sol et valeurs de RU

« Les caractères généraux communs à tous les sols des ilets sont leur extrême charge caillouteuse et blocailleuse, ainsi que leur hétérogénéité spatiale à courte distance. Les sols sont en général peu épais. La partie supérieure (50 cm) est, la plupart du temps moins caillouteuse que la partie profonde, par ailleurs compacte et peu pénétrable à l'eau et aux racines. » (Raunet, 1991).

Pour ces types de sol, la réserve utile est de 0.9 mm /cm de sol exploré par les racines.

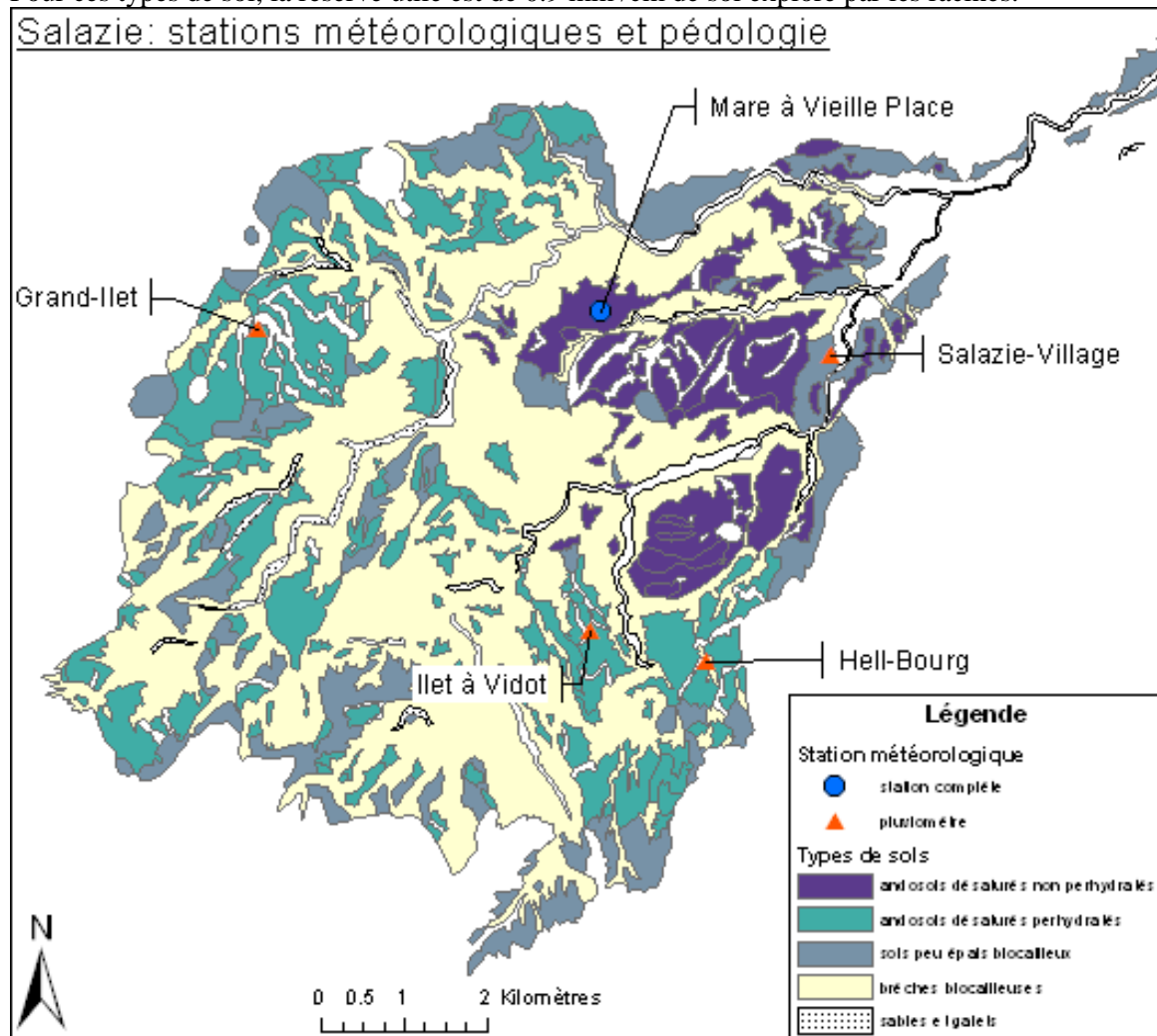


Figure 4 : Unités de sol et valeurs de RU

3.1.1 Evapotranspiration potentielle (ETP)

Les tableaux suivants présentent la demande en eau du climat à différents pas de temps et pour les trois fréquences demandées pour la station de Mare à Vieille Place.

Tableau 5: Cumul annuel et mensuel de l'ETP pour différentes fréquences

	Médiane*	Quinquennale haute*	Décennale haute*
ETP annuelle (mm)			
	1058	1116	1121
mois	ETP mensuelle (mm)		
Janvier	116	123	139
Février	101	107	116
Mars	100	108	113
Avril	81	87	91
Mai	60	74	77
Juin	51	64	67
Juillet	55	66	73
Août	71	74	78
Septembre	86	92	97
Octobre	106	110	119
Novembre	118	125	128
Décembre	126	130	133

Médiane* : ETP dépassée 1 année sur 2 ; quinquennale haute* : ETP dépassée 1 année sur 5; décennale haute* : ETP dépassée 1 année sur 10.

Les données ETP au pas de temps décadaire sont présentées dans l'annexe 1.

Remarque : la comparaison des valeurs mensuelles de l'ETP de Mare à Vieille Place avec celles des deux stations les plus proches géographiquement met en évidence un léger écart : située à 880 mètres d'altitude, la station de Mare à Vieille Place présente un cumul annuel médian très proche des stations de référence situées à une altitude plus basse (Mare à Vieille place : 1058 mm, Bellevue Bras Panon : 1046 mm et Bras Pistolet : 1097 mm).

Au pas de temps mensuel, les valeurs médianes de l'ETP sont plus élevées en été et plus basses en hiver que celles des stations de référence. Ces différences sont principalement dues au rayonnement solaire. Par ailleurs, l'oscillation annuelle de la température moyenne de l'air est conforme aux stations de référence et respecte le gradient altitudinal. Ainsi, le cirque de Salazie se caractérise par un environnement solaire particulier par rapport aux stations voisines hors cirque. Cette particularité impacte la demande en eau du climat et doit être intégrée pour la détermination des besoins en eau des cultures sur le cirque.

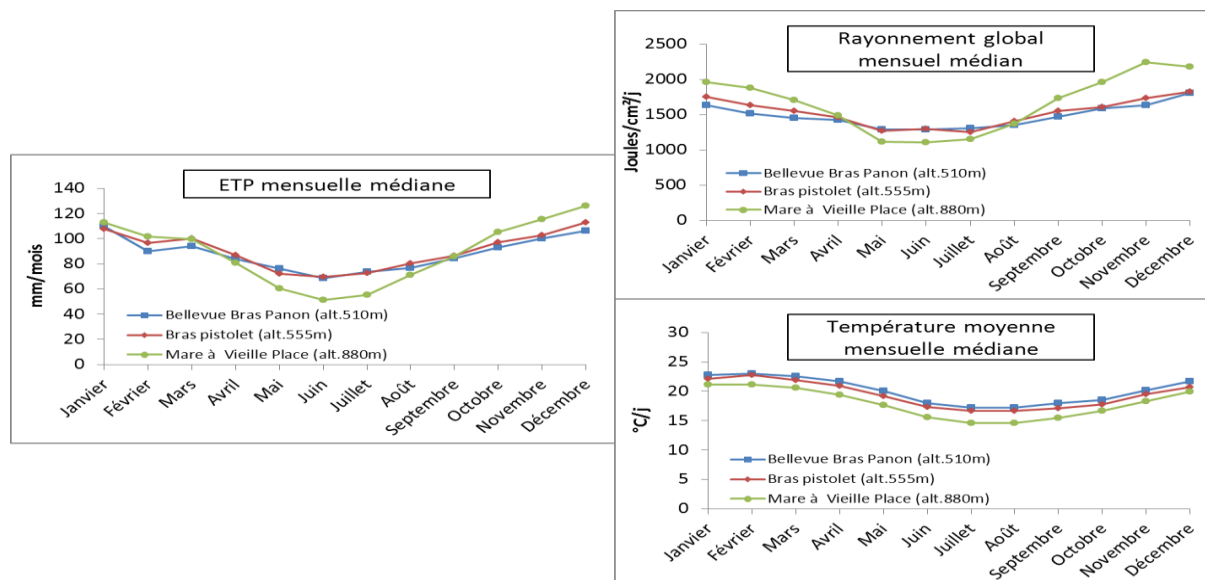


Figure 5 : Évolutions annuelles de l'ETP, du rayonnement global et de la température moyenne de l'air pour les trois stations complètes de la zone

La figure suivante présente l'évolution annuelle des valeurs décadaires de l'ETP de la station de Mare à Vieille Place pour les trois fréquences demandées. Les données chiffrées sont présentées dans l'annexe 1.

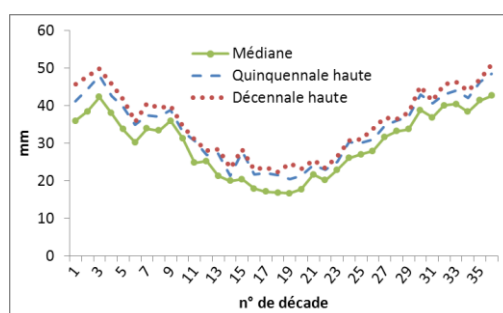


Figure 6: Cumul décadaire de l'ETP en mm/ décade pour différentes fréquences

Médiane* : ETP dépassée 1 année sur 2 ; quinquennale haute* : ETP dépassée 1 année sur 5 ; décennale haute* : ETP dépassée 1 année sur 10.

3.1.2 Précipitations

Les tableaux suivants synthétisent les cumuls annuels et mensuels de pluie par station pour les trois fréquences demandées. Analysés pour chaque pas de temps, les valeurs statistiques affichées présentent le cumul pluviométrique pour la période considérée par fréquence et par station. Par exemple, pour Salazie village, le cumul pluviométrique en année médiane est de 3962 mm, 535 mm pour le mois de Janvier et 96 mm pour la 1^{ère} décade de l'année.

Les valeurs affichées pour les séries de 12 mois et de 36 décades sont extraites de différentes années réelles. Ainsi, la valeur annuelle théorique est différente de la somme des cumuls mensuels. De même, les valeurs mensuelles ne sont pas le cumul des valeurs décadaires.

Les cumuls décadaires des précipitations au pas de temps décadaire sont présentés dans l'annexe 2.

Tableau 6: Pluviométries annuelles par zone climatique par fréquence

Pluviométries annuelles en mm												
	Salazie village			Mare à V. P.			Hell Bourg			Grand Ilet		
	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*
annuel	3962	3325	2976	2631	2278	2037	3029	2489	1918	2451	2195	1844

0.5* : année médiane ; 0.8* : année quinquennale sèche ; 0.9* : année décennale sèche

Tableau 7: Pluviométries mensuelles par zone climatique par fréquence

Pluviométries mensuelles en mm												
Mois	Salazie village			Mare à V. P.			Hell Bourg			Grand Ilet		
	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*
Janvier	535	223	112	387	223	127	402	247	146	369	305	227
Février	702	494	358	517	304	183	516	284	183	551	160	113
Mars	471	207	170	333	156	117	420	180	151	347	135	123
Avril	190	80	74	153	61	47	190	77	58	146	62	49
Mai	182	97	82	110	61	48	110	70	51	116	65	27
Juin	147	74	53	71	38	23	83	46	29	55	40	31
Juillet	144	115	94	74	54	37	85	53	39	67	46	39
Août	211	69	60	80	46	29	106	62	40	49	19	13
Septembre	117	77	16	60	32	16	83	42	17	46	37	24
Octobre	109	61	33	69	33	17	93	35	22	45	24	12
Novembre	90	32	30	77	24	19	100	42	31	85	36	11
Décembre	182	133	80	149	105	78	209	116	74	164	106	83

0.5* : année médiane ; 0.8* : année quinquennale sèche ; 0.9* : année décennale sèche

3.2 Estimation des besoins en eau d'irrigation

Les besoins en eau d'irrigation représentent une variable de sortie de la modélisation du bilan hydrique calculé pour chaque zone en intégrant les données météorologiques de chaque poste et les caractéristiques agronomiques (Tableau 4). Les besoins en eau d'irrigation ont été calculés par jour pour des années réelles représentatives des fréquences demandées. Ces besoins sont ensuite cumulés par mois et par décade. Les données numériques des consommations en eau d'irrigation au différents pas de temps pour les deux types de réserve utile étudiés sont présentées en annexes 3 à 8. Les années réelles représentatives des fréquences sont rappelées en tête de tableau pour chaque station.

Les figures suivantes présentent les valeurs mensuelles de consommations en eau d'irrigation pour les deux réserves utiles par station climatique selon les fréquences demandées.

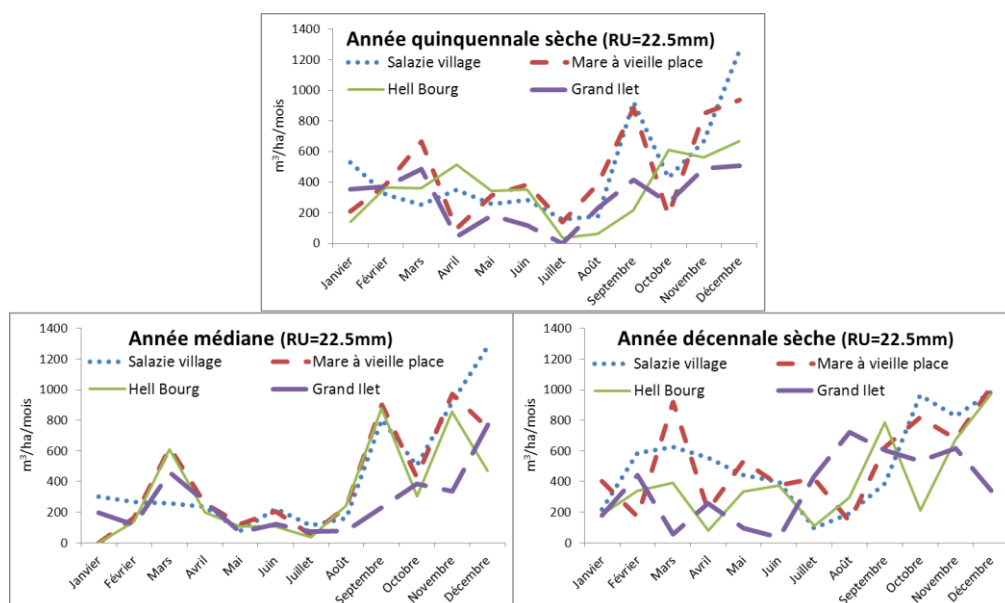


Figure 7: Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/mois pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 22.5 mm

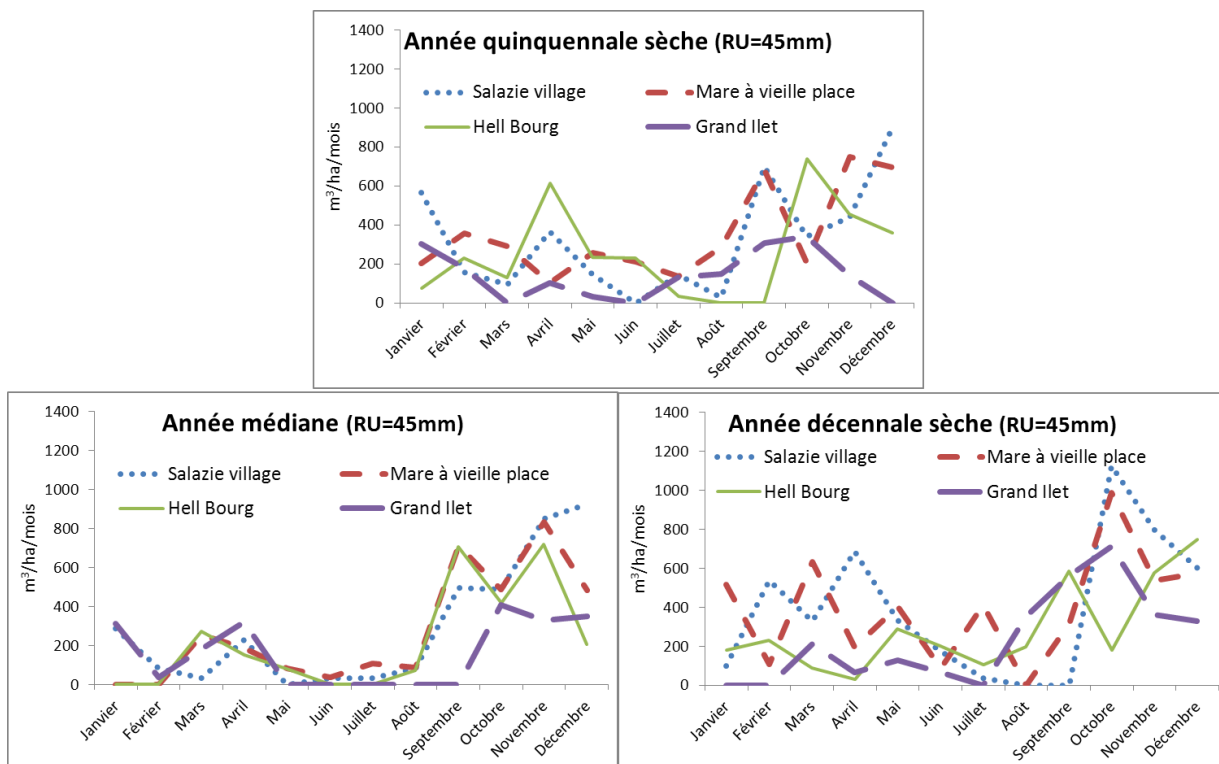


Figure 8: Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/mois pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 45 mm.

Les volumes d'eau d'irrigation mensuels pour une culture sous serre sont présentés dans la figure suivante. Les données numériques mensuelles et décadaires sont présentées respectivement dans les annexes 5 et 8.

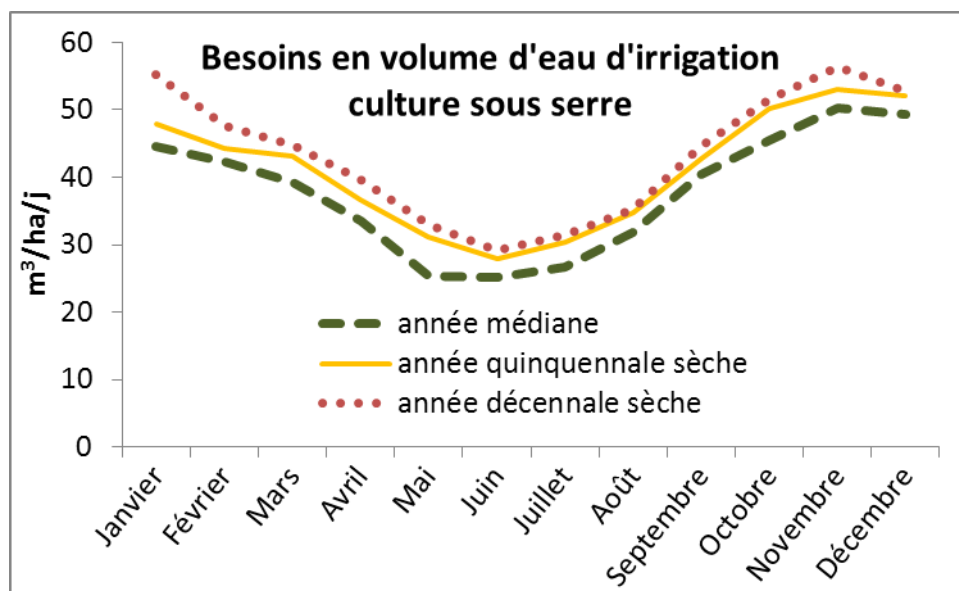


Figure 9: Consommations mensuelles en eau d'irrigation (exprimées en m³/ha/j) pour une culture sous serre (Mare à Vieille Place)

4 Analyse et limites

Sur le cirque de Salazie, la station de Mare à Vieille Place a été prise comme référence pour l'ensemble de la zone d'étude. La comparaison avec les deux stations les plus proches hors cirque met en évidence la particularité de la demande en eau du climat sur la station de référence. Située à une altitude de plus de 800 mètres, l'ETP de Mare à Vieille Place est équivalente à celles des stations localisées en dehors du cirque de Salazie entre 500 et 550 mètres d'altitude.

Par ailleurs, l'absence de données ETP sur l'ensemble de la période des relevés pluviométriques a conduit à l'utilisation des valeurs médianes de l'ETP pour les périodes manquantes (Mare à Vieille Place, mi 2010 à fin 2012, et Grand-ilet de 1974 à 1984). L'intégration de ces valeurs uniformes par décennie ne permet pas de représenter les fluctuations journalières. Cependant, la faible variation interannuelle de ce paramètre agro-climatique permet l'utilisation des valeurs statistiques.

Malgré des hauteurs annuelles de pluie élevées (de 2500mm à près de 4000mm une année sur deux), les différentes zones climatiques présentent des besoins en eau d'irrigation non négligeables surtout pour les cultures sur une faible réserve utile exploitable. Ce résultat est en grande partie lié à la faible profondeur d'enracinement. Dans cette étude, la culture simulée à faible réserve utile (type maraîchage) est présente sur toute l'année. Les mois de Décembre, Janvier et février ont été maintenus dans la simulation même si ces mois représentent des périodes à forts risques pour cette spéculation en raison de la saison cyclonique.

Les besoins en eau d'irrigation présentent un gradient en fonction de l'altitude ; plus l'altitude augmente, plus les besoins diminuent. Ceci est principalement dû à la combinaison des gradients de pluie et de l'ETP. En altitude, les hauteurs de pluie plus élevées et les ETP plus basses en raison de la baisse de la température de l'air limitent les besoins en eau d'irrigation.

Les travaux de la Chambre d'Agriculture de la Réunion ont mis en évidence 6 unités agro-physionomiques. Les besoins en eau d'irrigation calculés par poste climatique pourront être pour les 6 unités selon le tableau de correspondance ci-dessous.

Tableau 8: correspondance des unités agro-physionomiques et des zones climatiques

Unités agro-physionomiques	Zone climatique
L'escalier Salazie - Bois de Pomme	Salazie village
Grand Ilet - Camp Pierrot Mare à Martin	Grand Ilet
Hell Bourg - Mare à Poule d'Eau Mare à Citron - Mare à Vieille Place	Hell Bourg Mare à Vieille Place

Annexes

Annexe 1 : cumul décadaire de l'ETP en mm/ décade pour différentes fréquences

ETP décadaire en mm			
Décades	Médiane*	Quinquennale haute*	Décennale haute*
1	36	41	46
2	38	44	48
3	42	48	50
4	38	43	46
5	34	40	42
6	30	35	36
7	34	37	41
8	33	37	40
9	36	39	40
10	31	33	35
11	25	31	31
12	25	27	28
13	21	27	28
14	20	21	23
15	20	28	28
16	18	22	23
17	17	22	23
18	17	22	22
19	17	20	25
20	18	21	23
21	22	24	26
22	20	23	23
23	23	25	26
24	26	30	31
25	27	30	31
26	28	31	34
27	32	35	37
28	33	36	36
29	34	37	38
30	39	43	45
31	37	41	41
32	40	43	46
33	40	44	46
34	38	42	44
35	41	46	47
36	43	48	51

Médiane* : ETP dépassée 1 année sur 2 ; quinquennale haute* : ETP dépassée 1 année sur 5; décennale haute* : ETP dépassée 1 année sur 10.

Annexe 2 : Cumul pluviométrique décadaire en mm/ décade par zone climatique par fréquence

Décades	Pluviométries décadaires en mm											
	Salazie village			Mare à Vieille Place			Hell Bourg			Grand Ilet		
	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*
1	96	39	38	100	36	18	119	41	31	124	59	37
2	82	39	23	59	22	10	87	18	13	98	37	26
3	160	30	19	112	29	19	116	50	36	116	59	42
4	185	49	33	98	21	16	127	34	29	80	42	33
5	188	89	64	172	50	35	211	63	44	98	33	15
6	51	8	4	52	10	5	82	16	11	30	13	8
7	135	38	21	107	24	11	96	28	21	117	42	14
8	182	64	48	97	36	11	111	42	18	60	18	11
9	85	18	9	46	11	5	72	30	12	62	18	7
10	59	23	12	32	12	7	38	22	15	37	12	7
11	52	6	4	49	7	3	38	15	6	25	10	6
12	44	15	9	31	9	6	34	15	9	24	13	12
13	42	4	2	23	4	2	41	6	2	16	5	3
14	47	13	8	33	13	6	30	17	10	32	8	4
15	55	20	12	25	8	4	27	10	8	28	9	5
16	17	12	7	9	3	2	19	5	4	9	3	2
17	39	13	9	18	5	2	20	7	5	22	6	5
18	48	23	11	24	5	2	31	11	6	18	7	5
19	46	18	8	23	9	3	23	7	5	12	3	2
20	57	35	15	25	8	2	34	15	6	19	7	3
21	35	12	10	19	5	3	24	11	9	26	5	4
22	44	27	14	19	8	3	22	10	7	6	1	0
23	53	8	5	27	5	3	32	9	4	12	6	2
24	34	13	8	27	6	4	28	16	12	9	2	1
25	50	11	5	24	7	3	26	12	7	13	3	1
26	27	3	3	20	3	2	15	7	2	24	4	3
27	24	4	3	12	2	1	18	2	1	12	3	1
28	16	1	0	9	3	1	7	4	2	7	1	0
29	33	7	2	23	5	3	26	10	4	13	3	1
30	21	5	1	18	3	2	17	8	2	11	4	3
31	10	3	2	10	3	2	17	7	5	9	3	1
32	8	5	1	5	2	1	14	7	6	12	4	2
33	19	5	4	10	5	3	20	9	6	21	6	1
34	43	11	7	37	11	5	35	12	9	26	9	4
35	20	6	2	25	6	2	36	8	6	52	17	6
36	70	37	6	59	19	8	71	40	8	57	25	20

0.5* : année médiane ; 0.8* : année quinquennale sèche ; 0.9* : année décennale sèche

Annexe 3 : Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/mois pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 22.5 mm

Consommation en eau d'irrigation en m ³ /ha/mois (RU de 22.5mm)												
Année Mois	Salazie village			Mare à Vieille Place			Hell Bourg			Grand Ilet		
	2010	2000	1999	1996	2001	1990	1996	1999	2001	2005	1981	1978
	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*
Janvier	301	529	216	0	208	402	0	140	187	196	353	177
Février	266	317	586	166	384	168	139	364	339	115	372	441
Mars	257	251	624	619	663	920	612	361	392	458	485	55
Avril	236	351	554	259	96	213	198	512	79	269	42	258
Mai	79	259	442	120	316	534	108	344	334	70	181	97
Juin	223	282	396	203	384	376	106	353	372	120	115	36
Juillet	112	158	96	52	139	420	34	34	110	73	0	434
Août	162	178	193	234	391	138	241	62	293	77	233	720
Septembre	803	925	388	902	882	624	877	217	785	232	414	603
Octobre	504	427	965	430	184	820	303	608	212	385	267	535
Novembre	917	668	828	970	848	676	855	564	672	335	488	618
Décembre	1282	1260	987	746	938	1018	472	668	970	770	509	342
annuel	5142	5605	6275	4701	5433	6309	3945	4227	4745	3100	3459	4316

0.5* : année médiane ; 0.8* : année quinquennale sèche ; 0.9* : année décennale sèche

Annexe 4 : Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/mois pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 45 mm.

Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/mois (RU de 45mm)												
Année Mois	Salazie village			Mare à Vieille Place			Hell Bourg			Grand Ilet		
	2010	2000	1999	1996	2001	1990	1996	1999	2001	2005	1981	1978
	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*
Janvier	289	566	99	0	202	518	0	77	180	313	302	0
Février	82	159	537	0	359	106	0	231	229	36	178	0
Mars	31	94	327	256	291	632	273	131	91	185	0	213
Avril	231	367	686	188	103	196	150	617	32	319	102	66
Mai	0	144	333	81	258	405	80	234	288	0	34	129
Juin	32	0	175	35	212	88	0	232	200	0	0	66
Juillet	34	147	35	106	137	412	0	34	105	0	132	0
Août	83	29	0	87	287	0	72	0	198	0	148	355
Septembre	494	699	0	715	685	316	708	0	586	0	309	562
Octobre	489	341	1128	488	206	987	418	741	182	410	340	715
Novembre	851	443	796	836	749	537	719	457	577	330	141	363
Décembre	926	903	600	483	695	575	207	359	749	348	0	330
annuel	3542	3892	4716	3275	4184	4772	2627	3113	3417	1941	1686	2799

0.5* : année médiane ; 0.8* : année quinquennale sèche ; 0.9* : année décennale sèche

Annexe 5 : Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/jour pour une culture sous serre (Mare à Vieille Place) pour chaque mois.

Consommation en eau d'irrigation en m ³ /ha/jour ; culture sous serre			
Mare à Vieille Place			
Année Mois	Médiane*	Quinquennale haute*	Décennale haute*
Janvier	45	48	55
Février	42	44	48
Mars	39	43	45
Avril	33	37	40
Mai	25	31	33
Juin	25	28	29
Juillet	27	30	31
Août	32	35	35
Septembre	40	43	45
Octobre	45	50	52
Novembre	50	53	56
Décembre	49	52	53
Total annuel (m ³ /ha/an)	13797	15024	15848

Médiane* : Consommation dépassée 1 année sur 2 ; Quinquennale haute* : consommation dépassée 1 année sur 5; Décennale haute* : consommation dépassée 1 année sur 10.

Annexe 6 : Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/décade pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 22.5 mm

Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/décade (RU de 22.5mm)

		Salazie village			Mare à vieille place			Hell Bourg			Grand Ilet		
Année		2010	2000	1999	1996	2001	1990	1996	1999	2001	2005	1981	1978
Mois	Décade	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*
Janvier	1	19	123	64	0	0	86	0	56	0	43	68	0
	2	72	196	63	0	0	183	0	45	0	108	126	0
	3	210	210	89	0	208	134	0	39	187	44	159	50
Février	4	75	125	30	51	234	0	107	0	226	0	119	37
	5	31	0	285	46	150	168	0	195	113	0	185	50
	6	159	192	271	69	0	0	32	169	0	115	68	90
Mars	7	79	19	89	364	214	137	310	50	57	0	42	27
	8	38	35	72	98	144	356	143	38	86	326	239	150
	9	140	196	464	157	305	426	159	273	249	132	203	264
Avril	10	70	48	248	216	81	137	152	185	62	129	42	55
	11	166	227	254	0	15	76	0	197	17	20	0	0
	12	0	77	52	43	0	0	46	130	0	120	0	0
Mai	13	79	57	192	53	226	222	57	133	236	53	0	88
	14	0	122	119	15	71	154	0	81	77	17	72	47
	15	0	80	131	52	19	158	51	130	21	0	110	124
Juin	16	96	94	72	16	200	57	0	77	169	103	34	66
	17	69	92	143	66	166	267	20	82	180	16	81	31
	18	58	95	180	121	19	52	86	193	23	0	0	0
Juillet	19	34	18	36	52	0	138	34	34	0	53	0	36
	20	78	39	0	0	103	185	0	0	91	0	0	0
	21	0	100	60	0	36	97	0	0	19	20	0	0
Août	22	135	51	45	63	39	0	70	0	0	0	20	154
	23	27	85	85	0	170	0	0	62	168	0	152	84
	24	0	41	63	171	181	138	171	0	125	77	61	196
Septembre	25	203	248	149	270	284	353	252	118	208	51	234	228
	26	336	364	60	354	312	138	357	0	231	89	97	225
	27	264	314	178	278	286	133	268	99	347	92	83	268
Octobre	28	55	104	311	170	166	251	127	229	172	16	142	190
	29	295	122	318	176	0	319	134	221	0	138	17	200
	30	154	201	336	84	18	250	42	158	40	231	108	213
Novembre	31	259	246	226	213	211	110	155	105	110	84	176	273
	32	349	269	346	378	309	194	370	221	212	251	143	59
	33	309	153	256	379	328	372	331	238	350	0	168	203
Décembre	34	411	391	276	146	449	367	43	201	439	138	136	235
	35	441	512	134	441	394	311	299	0	446	180	237	287
	36	430	357	578	160	95	340	131	467	84	452	136	95

0.5* : année médiane ; 0.8* : année quinquennale sèche ; 0.9* : année décennale sèche

Annexe 7 : Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/décade pour chaque zone climatique pour chaque année de référence avec une RU de 45 mm

Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/décade (RU de 45mm)

		Salazie village			Mare à vieille place			Hell Bourg			Grand Ilet		
Année		2010	2000	1999	1996	2001	1990	1996	1999	2001	2005	1981	1978
Mois	Décade	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*	0.5*	0.8*	0.9*
Janvier	1	0	131	36	0	0	123	0	0	0	77	0	0
	2	34	186	31	0	0	243	0	77	0	166	121	0
	3	254	249	32	0	202	152	0	0	180	69	141	0
Février	4	0	47	45	0	230	22	0	0	194	0	29	0
	5	0	0	225	0	130	83	0	137	34	0	193	0
	6	82	112	267	0	0	0	0	94	0	36	81	0
Mars	7	31	0	0	256	95	0	198	0	0	0	0	37
	8	0	0	0	0	0	287	0	0	0	185	108	0
	9	0	94	327	0	196	345	76	131	91	0	71	176
Avril	10	77	36	310	188	103	136	150	235	32	185	0	66
	11	154	240	302	0	0	61	0	216	0	0	0	0
	12	0	90	74	0	0	0	0	166	0	133	0	0
Mai	13	0	0	121	81	193	156	80	76	212	0	0	0
	14	0	75	112	0	65	165	0	63	77	0	0	0
	15	0	69	100	0	0	83	0	96	0	0	102	129
Juin	16	0	0	37	0	75	0	0	31	68	0	34	33
	17	32	0	35	0	138	88	0	34	132	0	0	33
	18	0	0	103	35	0	0	0	167	0	0	0	0
Juillet	19	0	0	35	106	0	125	0	34	0	0	0	0
	20	34	0	0	0	71	212	0	0	73	0	0	0
	21	0	147	0	0	66	75	0	0	32	0	0	0
Août	22	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
	23	0	29	0	0	74	0	0	0	97	0	103	97
	24	0	0	0	87	214	0	72	0	101	0	30	163
Septembre	25	42	124	0	202	190	286	201	0	127	0	78	185
	26	289	286	0	253	223	29	255	0	152	0	70	128
	27	163	288	0	260	272	0	252	0	307	0	0	250
Octobre	28	0	75	396	191	206	337	156	269	182	0	155	245
	29	378	100	364	263	0	336	191	273	0	155	72	214
	30	110	166	368	34	0	313	72	200	0	255	82	257
Novembre	31	235	235	221	157	141	43	93	63	62	97	180	277
	32	341	208	329	371	318	130	362	162	198	233	126	0
	33	275	0	246	308	289	364	264	232	316	0	34	86
Décembre	34	250	330	92	93	361	274	0	70	354	0	0	91
	35	353	416	0	286	296	117	140	0	357	0	106	238
	36	323	157	509	104	37	184	66	289	38	348	34	0

0.5* : année médiane ; 0.8* : année quinquennale sèche ; 0.9* : année décennale sèche

Annexe 8 : Consommation décadaire en eau d'irrigation (exprimée en m³/ha/jour) pour une culture sous serre (Mare à Vieille Place)

Consommation en eau d'irrigation en m³/ha/ jour Culture sous serre (Mare à vieille Place)			
Décades	Médiane*	Quinquennale haute*	Décennale haute*
1	42.2	51.1	57.8
2	47.7	55.7	56.1
3	45.3	52.1	54.1
4	43.7	50.6	55.5
5	40.2	46.8	48.8
6	45.2	48.8	53.0
7	39.7	46.9	50.9
8	39.4	47.0	51.3
9	40.1	45.3	47.7
10	39.3	42.4	45.5
11	31.2	40.2	41.4
12	32.7	35.4	38.7
13	27.5	35.2	36.1
14	25.0	28.7	30.7
15	25.0	30.1	32.7
16	24.4	28.1	28.6
17	24.6	29.5	30.8
18	25.0	27.9	29.9
19	24.9	29.4	31.1
20	26.4	28.7	31.6
21	28.5	31.3	33.1
22	28.7	31.2	33.8
23	31.7	35.9	38.7
24	33.6	36.0	37.2
25	37.8	41.6	43.3
26	38.6	42.9	47.1
27	41.9	49.3	51.5
28	45.4	49.5	50.1
29	44.5	50.4	53.1
30	46.1	52.2	54.9
31	48.1	51.5	53.7
32	50.8	56.0	59.8
33	49.6	56.5	58.4
34	47.8	52.1	53.9
35	51.1	56.4	57.2
36	48.6	53.8	58.1

Médiane* : Consommation dépassée 1 année sur 2 ; Quinquennale haute* : consommation dépassée 1 année sur 5; Décennale haute* : consommation dépassée 1 année sur 10.